

5

### Hydraulischer Koppler und Kraftstoffeinspritzventil

- 10 Die Erfindung betrifft einen hydraulischen Koppler für ein Kraftstoff-  
einspritzventil, mit einem Übersetzerkolben, der mit einem Aktor, ins-  
besondere einem Piezoaktor, koppelbar ist, und mit einem weiteren  
Übersetzerkolben, der mit einer Düsennadel koppelbar ist, wobei  
15 zwischen den beiden Übersetzerkolben eine Lebensdauerbefüllung  
eines Hydraulikmediums angeordnet ist, um die beiden Übersetzer-  
kolben hydraulisch miteinander zu koppeln. Die Erfindung betrifft  
auch ein Kraftstoffeinspritzventil.

#### Stand der Technik

20

- Hydraulische Koppler dienen dazu, Temperaturunterschiede zwi-  
schen Aktor und Düsennadel auszugleichen. Der Begriff Lebensdau-  
erbefüllung soll verdeutlichen, dass der Koppler vor der Inbetrieb-  
nahme mit Hydraulikmedium befüllt wird und diese Befüllung wäh-  
25 rend der gesamten Lebensdauer nicht mehr ersetzt oder ergänzt  
wird. Demzufolge sind an die Dichtigkeit hohe Anforderungen zu stel-  
len. Herkömmliche Koppler sind oft kompliziert aufgebaut und/oder  
nur mit hohem Aufwand zu befüllen.

- 30 Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen hydraulischen Koppler und  
ein Kraftstoffeinspritzventil der eingangs geschilderten Art zu schaf-  
fen, die einfach aufgebaut und kostengünstig herstellbar sind. Dar-

über hinaus soll der zu schaffende Koppler mit geringem Aufwand zu befüllen sein.

#### Vorteile der Erfindung

5

Die Aufgabe ist bei einem hydraulischen Koppler für ein Kraftstoff-einspritzventil, mit einem Übersetzerkolben, der mit einem Aktor, insbesondere mit einem Piezoaktor, koppelbar ist, und mit einem weiteren Übersetzerkolben, der mit einer Düsennadel koppelbar ist, wobei  
10 zwischen den beiden Übersetzerkolben eine Lebensdauerbefüllung eines Hydraulikmediums angeordnet ist, um die beiden Übersetzerkolben hydraulisch miteinander zu koppeln, dadurch gelöst, dass ein Ende eines der Übersetzerkolben in einem Ende des anderen Übersetzerkolben geführt ist, und dadurch, dass ein zwischen den Stirnseiten des einen Übersetzerkolbens und dem anderen Übersetzerkolben ausgebildeter Übersetzerraum mit einem zusätzlichen Aufnahmeraum für Hydraulikmedium in Verbindung steht, der durch ein  
15 Feder-Dichtelement abgedichtet ist. Das Feder-Dichtelement dient einerseits zur Abdichtung des zusätzlichen Aufnahmeraums für Hydraulikmedium. Andererseits kann durch das Feder-Dichtelement die  
20 Vorspannung für den Befüllungsdruck bereitgestellt werden.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kopplers ist dadurch gekennzeichnet, dass in dem einen Übersetzerkolben ein Verbindungs-  
25 kanal ausgebildet ist, der den Übersetzerraum mit dem zusätzlichen Aufnahmeraum für Hydraulikmedium verbindet. Dadurch wird der Aufbau des Kopplers erheblich vereinfacht.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kopplers ist dadurch gekennzeichnet, dass der Verbindungskanal mit einer Drossel ausgestattet ist. Die Drossel ermöglicht eine Befüllung des Übersetzerraums nach einer Einspritzung und verhindert gleichzeitig, dass ein großer Volumenstrom des Hydraulikmediums unkontrolliert aus dem Übersetzerraum austritt.  
30

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kopplers ist dadurch gekennzeichnet, dass die Drossel in Befüllungsrichtung einseitig verrundet ist. Dadurch wird das Befüllen des Übersetzerraums weiter vereinfacht.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kopplers ist dadurch gekennzeichnet, dass der Verbindungskanal ein Durchgangsloch umfasst, das in Längsrichtung des einen Übersetzerkolbens verläuft. Durch das Durchgangsloch kann der Koppler vor der ersten Inbetriebnahme auf einfache Art und Weise befüllt werden.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kopplers ist dadurch gekennzeichnet, dass das Durchgangsloch auf der dem Übersetzerraum abgewandten Seite des einen Übersetzerkolbens durch ein Dichtelement verschlossen ist. Bei dem Dichtelement kann es sich zum Beispiel um eine Kugel handeln, die durch eine Schraube gegen einen zugehörigen Sitz gedrückt wird.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kopplers ist dadurch gekennzeichnet, dass der zusätzliche Aufnahmeraum für Hydraulikmedium von einem Ringraum gebildet wird, der radial außerhalb des einen Kolbens angeordnet ist. Vorzugsweise steht der Ringraum über ein in radialer Richtung in dem einen Kolben verlaufendes Durchgangsloch mit dem Übersetzerraum in Verbindung.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kopplers ist dadurch gekennzeichnet, dass der Ringraum in axialer Richtung durch den anderen Kolben und durch ein feststehendes Gehäuse teilbegrenzt wird. Diese Anordnung ist fertigungstechnisch besonders einfach zu realisieren.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kopplers ist dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem anderen Kolben und dem

feststehenden Gehäuseteil ein Federelement eingespannt ist. Das Federelement bildet eine Rückstellfeder für den anderen Übersetzerkolben.

- 5 Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kopplers ist dadurch gekennzeichnet, dass der zusätzliche Aufnahmeraum für Hydraulikmedium radial außen von einem Wellbalg begrenzt wird. Der Wellbalg wirkt sowohl als Dichtelement als auch als Federelement.
- 10 Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Kopplers ist dadurch gekennzeichnet, dass der Wellbalg in radialer Richtung verformbar ist. Dadurch kann der Wellbalg die Vorspannung des Befüllungsdrucks bereitstellen.
- 15 Bei einem Kraftstoffeinspritzventil ist die oben angegebene Aufgabe durch einen vorab beschriebenen Koppler gelöst.

#### Zeichnung

- 20 Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung ein Ausführungsbeispiel im Einzelnen beschrieben ist. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein. Es zeigen:
- 25

Figur 1 einen Teil eines Kraftstoffeinspritzventils mit einem hydraulischen Koppler im Längsschnitt;

- 30 Figur 2 einen Wellbalg aus Figur 1 in vergrößerter Darstellung und

Figur 3 eine Drossel aus Figur 1 in vergrößerter Darstellung.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

- In Figur 1 ist ein Teil eines Kraftstoffeinspritzventils im Längsschnitt dargestellt. Kraftstoffeinspritzventile dienen in modernen Brennkraftmaschinen, insbesondere Verbrennungsmotoren in Kraftfahrzeugen, dazu, den Kraftstoff, insbesondere Benzin, in den Brennraum einzuspritzen. Das Kraftstoffeinspritzventil umfasst ein Ventilgehäuse 1, von dem in Figur 1 aus Gründen der Übersichtlichkeit nur ein im Wesentlichen kreisringförmiger Körper mit einem rechteckigen Querschnitt dargestellt ist. Die Einspritzung wird durch einen Piezoaktor 4 ausgelöst, der einen ersten Übersetzerkolben 6 beaufschlagt. Der erste Übersetzerkolben 6 ist hydraulisch mit einem zweiten Übersetzerkolben 7 gekoppelt. An einem Ende des ersten Übersetzerkolbens 6 ist eine im Wesentlichen kreisschreibenförmige Stirnfläche 8 ausgebildet, an der der Piezoaktor 4 anliegt. An dem anderen Ende des ersten Übersetzerkolbens 6 ist ein zentrales Sackloch 9 ausgebildet, das eine im Wesentlichen kreiszylinderförmige Gestalt aufweist.
- In dem Sackloch 9 ist ein Ende des zweiten Übersetzerkolbens 7 in abdichtender Art und Weise geführt. Durch die Führung wird eine Relativbewegung der beiden Übersetzerkolben 6 und 7 zueinander in axialer Richtung ermöglicht. Die dem ersten Übersetzerkolben 6 zugewandte Stirnseite 12 des zweiten Übersetzerkolbens 7 begrenzt in dem Sackloch 9 einen Übersetzerraum 14. Der Übersetzerraum 14 ist mit einem Hydraulikmedium, wie Silikonöl, befüllt, um eine hydraulische Kopplung zwischen den beiden Übersetzerkolben 6 und 7 zu ermöglichen.
- Der Übersetzerraum 14 steht mit einem zusätzlichen Aufnahmeraum 15 in Verbindung, der radial außerhalb des zweiten Übersetzerkolbens 7 zwischen dem Ventilgehäuse 1 und dem ersten Übersetzerkolben 6 angeordnet ist. Der zusätzliche Aufnahmeraum 15 bildet einen Ringraum, der radial innen durch den zweiten Übersetzerkol-

- ben 7, in axialer Richtung durch den ersten Übersetzerkolben 6 und das Ventilgehäuse 1, und radial außen durch einen Wellbalg 17 begrenzt wird. Der Wellbalg 17 ist mit Hilfe einer Schweißnaht 20 in abdichtender Art und Weise an dem ersten Übersetzerkolben 6 be-
- 5    festigt. Auf der anderen Seite ist der Wellbalg 17 mit Hilfe einer Schweißnaht 21 in abdichtender Art und Weise an dem Ventilgehäuse 1 befestigt.
- 10    In dem zusätzlichen Aufnahmeraum 15 ist eine Rückstellfeder 24, zum Beispiel eine Schraubendruckfeder, in axialer Richtung zwischen dem ersten Übersetzerkolben 6 und dem Ventilgehäuse 1 vorgespannt. Die Rückstellfeder 24 dient dazu, den ersten Übersetzerkolben 6 nach einer Betätigung des Piezoaktors 4 wieder zurück-
- 15    zustellen.
- 20    In dem zweiten Übersetzerkolben 7 ist ein zentrales Durchgangsloch 28 vorgesehen, das in Richtung der Kolbenlängsachse verläuft. An dem dem Übersetzerraum 14 zugewandten Ende des Durchgangs-
- 25    lochs 28 ist eine Drossel 29 mit einem verengten Querschnitt ausgebildet. An dem anderen Ende des Durchgangslochs 28 ist eine Durchmessererweiterung 30 mit einem Innengewinde angeordnet. Im Bereich des Wellbalgs 17 geht von dem Durchgangsloch 28 eine Querbohrung 32 aus, die in den zusätzlichen Aufnahmeraum 15 mündet. Auf der dem Übersetzerraum 14 abgewandten Seite ist das
- 30    zentrale Durchgangsloch 28 durch ein kugelförmiges Dichtelement 34 verschlossen, das mit Hilfe einer Schraube 36, die in das Innengewinde der Durchmessererweiterung 30 eingeschraubt ist, gegen einen zugehörigen Sitz gepresst wird.
- 30    Vor der ersten Inbetriebnahme wird der Übersetzerraum 14 und der zusätzliche Aufnahmeraum 15 über das Durchgangsloch 28 und die Querbohrung 32 mit einem Hydraulikmedium, wie Silikonöl, befüllt. Nach dem Befüllen wird das Durchgangsloch 28 durch das kugelförmige Dichtelement 34 und die Schraube 36 verschlossen. Der Über-

setzerraum 14 steht über das Durchgangsloch 28 und die Querbohrung 32 mit dem zusätzlichen Aufnahmeraum 15 in Verbindung.

5 In Figur 2 sieht man, dass der Wellbalg 17 beim Befüllen des zusätzlichen Aufnahmeraums 15 in Richtung eines Pfeils 40 in radialer Richtung verformt werden kann. Eine solche radiale Verformung des Wellbalgs 17 ist bei 17' angedeutet. Durch die Verformung des Wellbalgs 17 nach 17' wird eine Vorspannung des Befüllungsdrucks in dem zusätzlichen Aufnahmeraum 15 ermöglicht. Diese Vorspannung  
10 wirkt über die Querbohrung 32, das Durchgangsloch 28 und die Drossel 29 auch in dem Übersetzerraum 14.

15 In Figur 3 sieht man, dass die Drossel 29 auf ihrer dem Übersetzerraum 14 abgewandten Seite verrundet ausgebildet ist. Durch die Rundung wird das Befüllen des Übersetzerraums 14 vereinfacht.

Der Übersetzerraum 14 wird durch die Führung zwischen den beiden Übersetzerkolben 6 und 7 abgedichtet. Die Drossel 29 dient zur schnellen Befüllung des Übersetzerraums 14 nach einer Einspritzung. Die Vorspannung für das zur Befüllung des Übersetzerraum 14  
20 notwendige Druckgefälle wird durch den Wellbalg 17 bereitgestellt, der sowohl eine Dichtwirkung als auch eine Federwirkung entfaltet. Der Wellbalg 17 ist so ausgelegt, dass er sich nicht nur in axialer Richtung sondern auch in radialer Richtung ausdehnen kann.

25

## Patentansprüche

5

1. Hydraulischer Koppler für ein Kraftstoffeinspritzventil mit einem Übersetzerkolben (6), der mit einem Aktor (4), insbesondere einem Piezoaktor, koppelbar ist, und mit einem weiteren Übersetzerkolben (7), der mit einer Düsennadel koppelbar ist,  
10 wobei zwischen den beiden Übersetzerkolben (6, 7) eine Lebensdauerbefüllung eines Hydraulikmediums angeordnet ist, um die beiden Übersetzerkolben (6, 7) hydraulisch miteinander zu koppeln, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Ende eines der Übersetzerkolben (7) in einem Ende des anderen Übersetzerkolbens (6) geführt ist, und dadurch, dass ein zwischen der Stirnseite (12) des einen Übersetzerkolbens (7) und dem anderen Übersetzerkolben (6) ausgebildeter Übersetzer-  
15 raum (14) mit einem zusätzlichen Aufnahmeraum (15) für Hydraulikmedium in Verbindung steht, der durch ein Feder-Dichtelement (17) abgedichtet ist.  
20
2. Koppler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem einen Übersetzerkolben (7) ein Verbindungskanal (28, 32), ausgebildet ist, der den Übersetzerraum (14) mit dem zu-  
25 sätzlichen Aufnahmeraum (15) für Hydraulikmedium verbindet.
3. Koppler nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Verbindungskanal (28, 32) mit einer Drossel (29) ausgestattet ist.  
30
4. Koppler nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drossel (29) in Befüllungsrichtung einseitig verrundet ist.



5. Koppler nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Verbindungskanal ein Durchgangsloch (28) umfasst, das in Längsrichtung des einen Übersetzerkolbens (7) verläuft.
- 5
6. Koppler nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Durchgangsloch (28) auf der dem Übersetzerraum (14) abgewandten Seite des einen Übersetzerkolbens (7) durch ein Dichtelement (34) verschlossen ist.
- 10
7. Koppler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zusätzliche Aufnahmeraum (15) für Hydraulikmedium von einem Ringraum gebildet wird, der radial außerhalb des einen Kolbens (7) angeordnet ist.
- 15
8. Koppler nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ringraum (15) in axialer Richtung durch den anderen Kolben (6) und durch ein feststehendes Gehäuseteil (1) begrenzt wird.
- 20
9. Koppler nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen dem anderen Kolben (6) und dem feststehenden Gehäuseteil (1) ein Federelement (24) eingespannt ist.
- 25
10. Koppler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zusätzliche Aufnahmeraum (15) für Hydraulikmedium radial außen von einem Wellbalg (17) begrenzt wird.
- 30
11. Koppler nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wellbalg (17) in radialer Richtung verformbar ist.
- 35
12. Kraftstoffeinspritzventil mit einem hydraulischen Koppler nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

## **Zusammenfassung**

5

Die Erfindung betrifft einen hydraulischen Koppler für ein Kraftstoff-einspritzventil, mit einem Übersetzerkolben (6), der mit einem Aktor (4), insbesondere einem Piezoaktor, koppelbar ist, und mit einem weiteren Übersetzerkolben (7), der mit einer Düsennadel koppelbar

10

ist, wobei zwischen den beiden Übersetzerkolben (6, 7) eine Lebensdauerbefüllung eines Hydraulikmediums angeordnet ist, um die beiden Übersetzerkolben hydraulisch miteinander zu koppeln. Um einen Koppler zu schaffen, der einfach aufgebaut und kostengünstig herstellbar ist, ist ein Ende eines der Übersetzerkolben (7) in einem

15

Ende des anderen Übersetzerkolben (6) geführt. Außerdem steht ein zwischen der Stirnseite (12) des einen Übersetzerkolbens (7) und dem anderen Übersetzerkolben (6) ausgebildeter Übersetzerraum (14) mit einem zusätzlichen Aufnahmeraum (15) für Hydraulikmedium in Verbindung, der durch ein Feder-Dichtelement (17) abgedichtet ist.

20

(Figur 1)

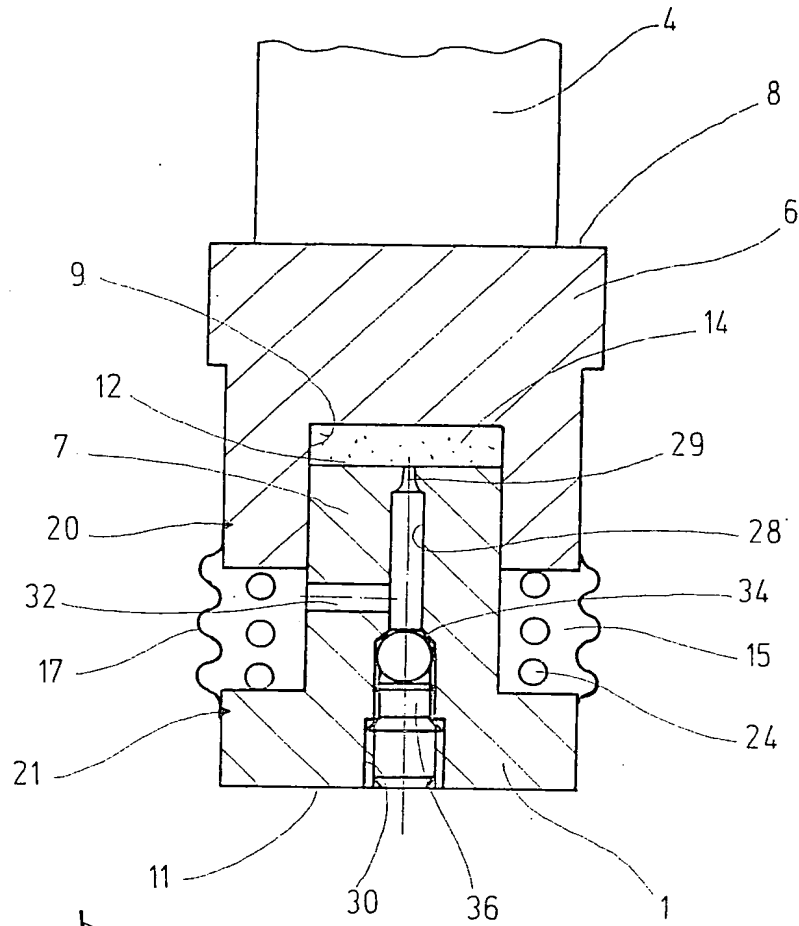


Fig.1

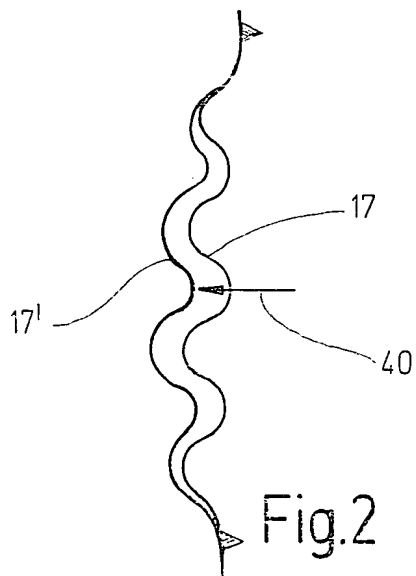


Fig.2

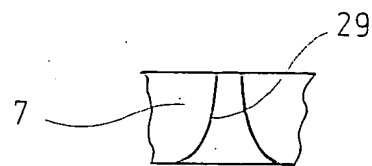


Fig.3